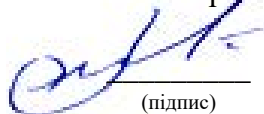


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)
(назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Т. П. Михайленко
(ініціали та прізвище)

« 30 » ____ 08 _____ 2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВСТУП ДО ФАХУ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань

14 «Електрична інженерія»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність:

144 «Теплоенергетика»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма:

«Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник: Михайленко Т.П., доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки (205), к.т.н., доцент
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

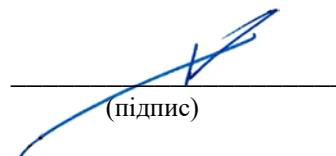
Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри:

Аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

(назва кафедри)

Протокол № _1_ від « _30_ » серпня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., доцент
(наукова ступінь та вчене звання)



(підпис)

П.Г. Гагал
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань <u>14 – Електрична інженерія</u> (шифр і назва)	Обов’язкова
Кількість модулів – 1		
Кількість змістових модулів – 3	Спеціальність <u>144 – «Теплоенергетика»</u> (шифр і назва)	Навчальний рік: 2024/2025
Індивідуальне завдання: немає		
Загальна кількість годин – 64*/135	Освітня програма: <u>«Комп’ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»</u> (найменування)	Семестр 1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання Тижневих годин: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувача – 4,4		
	Практичні, семінарські 32 години	
	Лабораторні 0 год.	
	Самостійна робота 71 година	
		Вид контролю: модульний контроль, залік

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання $64 / 71 = 0,9$

* Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – формування знань щодо видів природних джерел енергії та засобів їх перетворення; фізичних особливостей робочих процесів в енергоперетворювальних пристроях; основ термодинамічного та теплового аналізу енергетичних систем.

Завдання. формування базових навичок щодо проведення термодинамічного та теплового аналізу енергетичних систем:

Компетентності, які набуваються:

Загальні компетентності:

- ЗК1. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.
- ЗК2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
- ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

Фахові компетентності:

- ФК2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.
- ФК5. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.
- ФК7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.
- ФК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та інші джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

- ФК14. Здатність застосовувати знання та підходи термодинаміки, тепло-масообміну, гідрогазодинаміки, теплофізичних властивостей речовин для аналізу ефективності теплогідравлічних процесів, розрахунку, проектування теплоенергетичного обладнання та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Очікувані результати навчання:

- ПРН3. Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».
- ПРН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.
- ПРН12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.
- ПРН20. Здатність досліджувати та аналізувати ефективність процесів у теплоенергетичних системах.
- ПРН22. Здатність раціонально використовувати енергетичні ресурси.

Пререквізити: вища математика, фізика, хімія.

Кореквізити: технічна термодинаміка, тепломасообмін.

Постреквізити: кваліфікаційна робота бакалавра.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовий модуль 1. «Основи енергетики»

Вступ. Предмет і метод дисципліни та її значення для формування спеціалістів спеціальності 144 «Теплоенергетика».

Тема 1. Загальні положення. Етапи розвитку енергетики. Фізичні основи енергетики. Поняття про енергосистему, структура енергосистем.

Тема 2. Джерела енергії і види енергоресурсів і енергоносіїв. Невідновлювані та відновлювані джерела енергії. Структура світового споживання енергоресурсів. Характеристики палив. Розрахунок теплоти згоряння палива.

Тема 3. Системи енергопостачання. Базові енергоустановки у системах енергопостачання. Мала енергетика. Вітрові і сонячні електростанції.

Тема 4. Перетворення теплової енергії в аерокосмічних силових установках. Принцип дії та основні частини газотурбінного, прямоточного двигуна та ракетного двигуна рідкого палива.

Тема 5. Перетворення теплової енергії низького потенціалу. Структура та основні процеси повітряної та парокомпресійної холодильної установки. Принцип дії та класифікація теплових насосів.

Змістовий модуль 2. «Основи термодинамічного аналізу енергетичних систем»

Тема 6. Поняття термодинамічної системи. Поняття термодинамічного процесу, термодинамічний цикл. Класифікація термодинамічних параметрів.

Тема 7. Параметри та діаграми стану. Рівняння стану для ідеального газу. Теплоємність. Реальні гази.

Тема 8. Основні види взаємодії термодинамічної системи. Перший та другий закони термодинаміки. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Повні параметри.

Тема 9. Алгоритм аналізу термодинамічного процесу. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес і його узагальнююче значення.

Тема 10. Структура теплової машини. Прямий і обернений цикли. Прямий і обернений цикли Карно та їх ефективність. Цикли двигунів: Отто, Дизеля, Тринклера, їх ККД та співставлення.

Змістовий модуль 3. «Основи теплового аналізу енергетичних систем»

Тема 11. Основи теорії теплообміну. Механізми передачі теплоти. Теплопровідність в різних середовищах. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Диференціальні рівняння теплопровідності – окремі випадки. Умови однозначності.

Тема 12. Прості завдання стаціонарної теплопровідності – теплопровідність і теплопередача через плоску, циліндрову і сферичну стінки.

Тема 13. Основні положення теорії конвекційного теплообміну. Рівняння подібності. Критерії подібності, їх фізичний сенс.

Тема 14. Теплообмін випромінюванням. Основні поняття і визначення. Теплообмін випромінюванням між тілами, розділеними прозорим середовищем.

Тема 15. Класифікація теплообмінних апаратів за призначенням, застосуванню, за способом передачі теплоти, по роду теплоносіїв.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	Усьо- го	у тому числі			
л		п	лаб	с.р.	
1	2	3	4	5	6
МОДУЛЬ 1 (Семестр 1)					
Змістовий модуль 1. Основи енергетики					
Вступ до навчальної дисципліни «Вступ до фаху».	1	1	-	-	-
Тема 1. Загальні положення енергетики, енергосистема.	7	1	2	-	4
Тема 2. Джерела енергії і види енергоресурсів і енергоносіїв.	8	2	2	-	4
Тема 3. Системи енергопостачання.	8	2	2	-	4
Тема 4. Перетворення теплової енергії в аерокосмічних силових установках.	10	2	2	-	6
Тема 5. Перетворення теплової енергії низького потенціалу.	10	2	2	-	6
Модульний контроль	2	-	2	-	-
Разом за змістовим модулем 1	46	10	12	0	24
Змістовий модуль 2. Основи термодинамічного аналізу енергетичних систем					
Тема 6. Основні поняття термодинаміки, термодинамічна система.	6	2	-	-	4
Тема 7. Параметри, діаграми та рівняння стану.	8	2	2	-	4
Тема 8. Перший та другий закони термодинаміки.	8	2	2	-	4
Тема 9. Термодинамічні процеси та їх характеристики	10	2	2	-	6
Тема 10. Цикли теплових машин.	10	2	2	-	6
Модульний контроль	2	-	2	-	-
Разом за змістовим модулем 2	44	10	10	0	24

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	Усього	у тому числі			
го		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 3. Основи теплового аналізу енергетичних систем					
Тема 11. Основи теорії теплообміну.	6	2	-	-	4
Тема 12. Теплопровідність і теплопередача через плоску, циліндрову і сферичну стінки.	14	4	4	-	6
Тема 13. Основні положення теорії конвекційного теплообміну..	11	2	4	-	5
Тема 14. Теплообмін випромінюванням.	6	2	-	-	4
Тема 15. Класифікація теплообмінних апаратів.	6	2	-	-	4
Модульний контроль	2	-	2	-	-
Разом за змістовим модулем 3	45	12	10	0	23
Усього годин	135	32	32	0	71

5. Теми семінарських занять - не передбаченні

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми.	Кількість годин
1.	Теплофізичні параметри та одиниці вимірювання.	2
2.	Горіння палив.	2
3.	Системи енергопостачання.	2
4.	Апроксимація параметрів.	2
5.	Параметрів парокомпресійної холодильної машини	2
6.	Рівняння стану для ідеального газу.	2
7.	Перший та другий закони термодинаміки.	2
8.	Характеристики термодинамічних процесів	2
9.	Цикли теплових машин	2
10.	Теплопровідність і теплопередача	4
11.	Конвекційний теплообмін.	4
12.	Модульний контроль	6
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять – не передбаченні

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми.	Кількість годин
1.	Етапи розвитку енергетики. Фізичні основи енергетики. Поняття про енергосистему, структура енергосистем.	4
2.	Джерела енергії і види енергоресурсів і енергоносіїв. Невідновлювані та відновлювані джерела енергії. Структура світового споживання енергоресурсів. Характеристики палив.	4
3.	Базові енергоустановки у системах енергопостачання. Мала енергетика. Вітрові і сонячні електростанції.	4
4.	Перетворення теплової енергії в аерокосмічних силових установках. Принцип дії та основні частини газотурбінного, прямооточного двигуна та ракетного двигуна рідкого палива.	6
5.	Структура та основні процеси повітряної та парокомпресійної холодильної установки. Принцип дії та класифікація теплових насосів.	6
6.	Термодинамічні системи, процеси, цикл. Класифікація термодинамічних параметрів.	4
7.	Діаграми стану. Рівняння стану для ідеального газу. Теплоємність. Реальні гази.	4
8.	Перший та другий закони термодинаміки. Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Повні параметри.	4
9.	Характеристики політропних процесів.	6
10.	Прямий і обернений цикли Карно та їх ефективність. Цикли двигунів: Отто, Дизеля, Тринклера, їх ККД та співставлення.	6
11.	Механізми та закони передачі теплоти. Коефіцієнт теплопровідності. Умови однозначності.	4
12.	Термічний контактний опір. Критичний діаметр ізоляції. Теплопровідність і теплопередача тіл довільної форми.	6
13.	Основні положення теорії подібності. Рівняння подібності. Критерії подібності, їх фізичний сенс.	5
14.	Основні закони теплообміну випромінюванням. Теплообмін випромінюванням між тілами.	4
15.	Особливості конструкції та застосування рекуперативних теплообмінних апаратів.	4
	Усього годин	71

9. Індивідуальні завдання- не передбаченні

10.Методи навчання

Лекційні заняття будуть проводитись методом розповідь-бесіда, з застосуванням електронних засобів навчання та роздачею додаткового друкованого допоміжного матеріалу.

11.Методи контролю

Контроль знань студентів здійснюється за допомогою:

- 1) опитування, розв'язання задач на заняттях;
- 2) перевірки виконання завдань, що виконуються на практичних заняттях.
- 3) підсумкових письмових контрольних робіт по тематиці змістових модулів.

Поточний контроль здійснюється у формі занять за розкладом (лекції та практичні заняття) і формі поточних зрізів (відповідь на контрольні запитання трьох модулів). Модуль потребує відповіді на повну кількість запитань:

Модуль 1: два теоретичних питання та одна розрахункова задача

Критерії оцінювання поточного зрізу:

- a) Повністю вирішене завдання оцінюється в 20 балів;
- b) Завдання виконано з несуттєвими помилками оцінюється в 18 балів (теоретичне питання повністю розкрито, незначні помилки в арифметичних розрахунках);
- c) Часткове виконане завдання оцінюється в 14 балів (теоретичне питання повністю розкрито, правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);
- d) Часткове виконане завдання оцінюється в 10 балів, якщо теоретичне питання повністю розкрито але зовсім відсутні розрахунки;
- e) Часткове виконане завдання оцінюється в 1-9 балів, якщо теоретичне питання не повністю розкрито та зовсім відсутні розрахунки;
- f) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

Модуль 2: два теоретичних питання та одна розрахункова задача.

Критерії оцінювання поточного зрізу:

- a) Повністю вирішене завдання оцінюється в 25 балів;
- b) Завдання виконано з несуттєвими помилками оцінюється в 23 бали (теоретичні питання повністю розкриті, незначні помилки в арифметичних розрахунках);
- c) Часткове виконане завдання оцінюється в 16 балів (теоретичні питання повністю розкриті, правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);
- d) Часткове виконане завдання оцінюється в 12 балів, якщо теоретичні питання повністю розкриті але зовсім відсутні розрахунки;

- e) Часткове виконане завдання оцінюється в 1-11 балів, якщо теоретичне питання не повністю розкрито та зовсім відсутні розрахунки;
 f) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

Модуль 3: два теоретичних питання та одна розрахункова задача.

Критерії оцінювання поточного зрізу:

- a) Повністю вирішене завдання оцінюється в 25 балів;
 b) Завдання виконано з несуттєвими помилками оцінюється в 23 бали (теоретичні питання повністю розкриті, незначні помилки в арифметичних розрахунках);
 c) Часткове виконане завдання оцінюється в 16 балів (теоретичні питання повністю розкриті, правильно обрана логіка рішення але грубі помилки в розрахунках);
 d) Часткове виконане завдання оцінюється в 12 балів, якщо теоретичні питання повністю розкриті але зовсім відсутні розрахунки;
 e) Часткове виконане завдання оцінюється в 1-11 балів, якщо теоретичне питання не повністю розкрито та зовсім відсутні розрахунки;
 f) Неправильно виконане завдання оцінюється в 0 балів.

Підсумковий контроль здійснюється в кінці семестру у формі заліку (по білетах з контрольними запитаннями). Екзаменаційні білети складаються з трьох питань, один з яких має практичний ухил.

Оцінку виставляють беручи до уваги рейтинг студента і рівень знань, що був показаний під час поточних зрізів. Рейтинг студента визначається загальною кількістю набраних ним балів; рівень знань під час поточного зрізу – кількістю балів, одержаних на зрізі. За згодою студента екзаменаційна оцінка може бути виставлена лише на основі вказаних показників (без здачі іспиту, як такого).

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (пару) (завдання)	Кількість занять (пар) (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Робота на практичних заняттях	0...0,8	6	0...5
Модульний контроль	0...20	1	0...20

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (пару) (завдання)	Кількість занять (пар) (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Робота на практичних заняттях	0...1.25	4	0...5
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовний модуль 3			
Робота на лекціях	0...0,8	6	0...5
Робота на практичних заняттях	0...1,25	4	0...5
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного контролю. Під час складання семестрового контролю студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з 3 теоретичних, у відповідності до модулів, та одного практичного завдання. Максимальна сума балів за теоретичні запитання є **60**, за практичні – **40** балів.

12.1 Якісні критерії оцінювання

Для отримання позитивної оцінки студент повинен **мати загальну уяву про:**

- Фізичні основи енергетики. Поняття про енергосистему, структура енергосистем. Джерела енергії і види енергоресурсів і енергоносіїв. Характеристики палив. Прямі методи перетворення енергії.
- Основні процеси в енергоперетворювальних пристроях та сучасний стан енергетики у світі. Базові енергоустановки у системах енергопостачання.
- Процеси перетворення теплової енергії в аерокосмічних силових установках.
- Основні принципи перетворення теплової енергії низького потенціалу.
- Основні поняття термодинаміки, параметри та рівняння стану.
- Основні закони термодинаміки та термодинамічні процеси.
- Структуру теплової машини. Принцип реалізації та процеси прямих і обернених циклів.
- Механізми та основні закони передачі теплоти. Процеси теплопровідності та теплопередачі.

- Основні положення теорії конвекційного теплообміну. Рівняння подібності. Критерії подібності, їх фізичний сенс.
- Визначення та класифікацію теплообмінних апаратів.

12.2 Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь по предмету.

Добре (75-89). Добре знати матеріал курсу та вміти вирішувати практичні завдання.

Відмінно (90-100). Повно знати матеріал курсу та вміти вирішувати практичні завдання.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13.Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій.
2. Учбові посібники з термодинаміки та теплообміну.
3. Перелік задач для практичних занять та самостійної роботи.

14.Рекомендована література.

Базова

1. Процеси та апарати природоохоронних технологій : підручник : у 2 т. / Л. Д. Пляцук, Р. А. Васькін, В. П. Шапорев та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – Т. 2. – 521 с.
2. Буляндра, О. Ф. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец. вищ. навч. закладів / О. Ф. Буляндра. – К.: Техніка, 2001. – 320 с
3. Термодинаміка і теплообмін. Ч. 2. Теплообмін [Текст] : консп. лекцій / К. С. Єпіфанов, П. Г. Гакал, Т. П. Михайленко. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського “Харків. авіац. ін-т”, 2022. – 96 с.
4. Костянтинів С. М. Теплообмін [Текст]: Підручник. – К.: ВПІ ВПУ «Політехніка»: Інрес, 2005. – 304 с.

Допоміжна література

1. Приходько М.А. Термодинаміка та теплопередача. Навчальний посібник. / Приходько М.А., Герасімов Г.Г. - Рівне: НУВГП, 2008. - 250 с.
2. Миронов О.С. Теплотехніка: основи термодинаміки, терія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві [Текст]. / Миронов О.С., Брижа М.Р., Бойко В.Б., Золотовська О.В. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. – 424 с.
3. Василенко, С. М. Теплохолодотехніка [Текст] : навч. посібник / С.М. Василенко, В.І. Павелко, А.В. Форсюк та ін. – Київ: Ліра-К, 2019. – 258 с.
4. Кусковець, С.Л. Основи теорії горіння та вибуху: Навчальний посібник / С.Л. Кусковець, О.С. Шаталов, В.О. Турченко. - Рівне, 2012

15.Інформаційні ресурси

1. Бібліотека НАКУ «ХАІ».
2. Методичний кабінет кафедри.
3. Мережа Internet.
4. Сайт кафедри <https://khaikaf205.wixsite.com/main/>
5. Система MENTOR <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2886>